

Área temática: Gestão socioambiental

Gestão de resíduos sólidos: um estudo sobre as vantagens ambientais e econômicas da logística reversa em uma empresa de fabricação de vidros

AUTORES

GERALDO CARDOSO DE OLIVEIRA NETO

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
geraldoproduct@ig.com.br

MARIA TEREZA SARAIVA DE SOUZA

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
mtereza@uninove.br

LEONARDO AURELIANO DA SILVA

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
mkt_academico@yahoo.com.br

DIRCEU DA SILVA

UNICAMP
dirceuds@gmail.com

Resumo

A relevância do artigo está no fato de que a preocupação com o meio ambiente precisa ser inserida na gestão das organizações. Esse artigo mostra uma empresa de fabricação de vidros que implementou a Logística Reversa para a gestão de resíduos sólidos, no que tange o controle das embalagens de proteção do produto, que consistem em caixas de madeira revestidas de papelão com colar de aço e também a gestão dos resíduos sólidos dos cacos de vidros. Nesse estudo de caso de origem exploratória, com coleta de dados por meio de observação participante, caracterizado como qualitativo e quantitativo, mensurou-se a vantagem econômica e ambiental na implementação da logística reversa. As vantagens econômicas e ambientais foram mensuradas por meio do reuso de materiais de embalagem, que são: caixa de madeira, papelão, colar de aço e principalmente a reutilização de resíduos sólidos de vidros como carga de enchimento no sistema produtivo. Os materiais que não estão em condições de uso são encaminhados para reciclagem. Para a análise da vantagem ambiental utilizou-se o método Wuppertal com o intuito de mensurar a redução do impacto ambiental no meio ambiente. Os resultados da pesquisa apontam vantagens econômicas e ambientais bastante representativas. Uma crítica a vários estudos dessa origem é a incipiência em elucidar resultados mensuráveis para o empresário a fim de facilitar a tomada de decisão e a adesão a logística reversa para contribuir com a sustentabilidade do planeta.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos. Logística Reversa. Reuso e Reciclagem.

Abstract

The relevance of the article is the fact that concern for the environment must be entered in the management of organizations. This article shows a glass manufacturing company that implemented the Reverse logistics for solid waste management, regarding the control of packaging protection product, consisting of wooden boxes with cardboard coated steel collar

and also the management solid waste shards of glass. In this case study exploration of origin, the collection of data through participant observation, characterized as qualitative and quantitative, measuring the economic and environmental advantages in the implementation of reverse logistics. The economic and environmental benefits were measured through the reuse of packaging materials, which are: wooden box, cardboard, steel collar and especially the reuse of waste glass as filler in the production system. The materials that are not in working condition are sent for recycling. For the analysis of environmental benefit if the method used Wuppertal in order to measure the reduction of environmental impact on the environment. The survey results indicate enough economic and environmental benefits representative. A critique of several studies is that the incipient rise in elucidating measurable results for the business in order to facilitate decision making and adherence to reverse logistics to contribute to the sustainability of the planet.

Keywords: Solid Waste Management. Reverse Logistics. Reuse and Recycling

1 Introdução

Desde a revolução industrial a partir de 1760 na Inglaterra, a produção de bens tangíveis se acentuou, resultando em maior uso dos recursos naturais. Porém, nas últimas décadas do século XX, surgiu uma preocupação com a preservação da natureza e a redução de poluentes. A utilização excessiva dos recursos naturais utilizados como matérias-primas nos processos produtivos, chamou a atenção de ambientalistas resultando no surgimento de Organizações Não Governamentais – ONGs, que passaram a protestar em relação à possibilidade de escassez de recursos naturais, e dos impactos que causam ao meio ambiente quando da sua extração.

A sustentabilidade ambiental está diretamente relacionada com a utilização racional dos recursos naturais no processo produtivo. De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas – ONU, o desenvolvimento sustentável é aquele em que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

Nesse sentido uma das possibilidades de economia (ou de reuso) racional de recursos do desenvolvimento sustentável é a logística reversa, pois recuperar resíduos, nesse caso sólidos, pode ser um procedimento viável de transformação do lixo em recursos, com mitigação dos impactos ambientais.

Entrando no foco desse trabalho, em agosto de 2010, foi aprovada no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) que dispõe sobre as diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos no País. Alguns exemplos dessas diretrizes são: “a proteção da saúde pública e da qualidade do meio ambiente, não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos, educação ambiental e integração dos catadores de materiais recicláveis nas ações que envolvam o fluxo de resíduos sólidos entre outras orientações” (BRASIL, 2010).

Mais especificamente, a logística reversa é uma estratégia empresarial alinhada às exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil para a redução do impacto ambiental. A PNRS ao mencionar a questão do fluxo de resíduos retoma a relevância da logística reversa como meio de cumprir as exigências imposta por essa legislação.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), capítulo IV do fluxo dos resíduos – Seção Única da Logística Reversa, artigo I parágrafo 20, “a logística reversa tem por objetivo promover ações para garantir que o fluxo dos resíduos sólidos gerados sejam direcionados para a sua cadeia produtiva ou para cadeias produtivas de outros geradores”. Já na Seção Única das Definições Art. 7º - parágrafo XII entende-se logística reversa como “um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizada por um conjunto de ações, procedimentos e meios, destinados a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos, na forma de novos insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos”.

Portanto, o objetivo geral do presente estudo é mostrar as vantagens econômicas e ambientais na implementação da logística reversa em uma empresa de fabricação de vidros, caracterizada com um estudo de caso. As vantagens econômicas e ambientais foram mensuradas por meio de reuso de materiais de embalagens, esses materiais são: caixa de madeira, papelão e colar de aço e principalmente por reutilizar resíduos sólidos de vidros como carga de enchimento no sistema produtivo. Os materiais que não estão em condições de uso, são encaminhados para a reciclagem. Para a análise da vantagem ambiental utilizou-se o método Wuppertal (2008) a fim de mensurar quantitativamente o quanto a empresa deixa de poluir o meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção discute os conceitos de logística reversa, o processo de reciclagem e reuso de resíduos sólidos.

2.1 A Logística Reversa

Termos como canais reversos ou fluxo reverso já aparecem na literatura científica dos anos setenta, mas consistentemente relacionados com a reciclagem (GUILTINAN E NWOKOYE, 1974).

Murphy (1968) *apud* (Ravi *et al.* 2005, p.4) é citado como um dos primeiros autores a utilizar o termo logística reversa. Para esse autor, a logística reversa é considerada como “o fluxo contrário do produto, partindo do consumidor final para o produtor em um dado canal de distribuição”.

A logística reversa também é definida como “o processo pelo qual as empresas podem se tornar ambientalmente mais eficiente através da reciclagem, reutilização e redução da quantidade de materiais utilizados” (CARTE E ELLRAM, 1998) *apud* (BANOMYONG, 2008, p. 32).

Para Ross (1998) logística reversa é o processo de transferência de mercadorias do seu destino típico para outro ponto com a finalidade de capturar o valor que seria de outra forma indisponível.

A logística reversa também pode ser vista como “a área que se ocupa do retorno das mercadorias não consumidas e já consumidas” (LEITE, 2005, p.2).

Um conceito mais amplo sobre logística reversa é apresentado por Rogers and Tibben-Lembke (2001, p. 2) *apud* Presley; Meade *et al.* (2007) “logística reversa é o processo de planejamento, execução e controle eficiente dos custos relacionados as matérias-primas, estoque, produtos acabados e informações desde o ponto de consumo até o ponto de origem com o objetivo de gerar valor ou o uso adequado dos recursos”.

Contudo, o processo de logística reversa não depende apenas das empresas. “As atividades de logística são afetadas pelos “agentes” (empresas e indivíduos) através de suas escolhas e intenções (AASTRUP; HALLDÓRSON 2008). A partir desta visão, nota-se que o processo de logística reversa é integrador de intenções e ações, inclusive com a participação dos indivíduos que podem contribuir, ao se desfazerem ou reutilizarem os produtos, que apresentaram algum defeito ou que pode ser reaproveitado para outras finalidades. Para Goto e Souza (2008, p.2) “a vida de um produto não termina com a entrega ao cliente [...] devem retornar ao ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados, remanufaturados ou reaproveitados”.

Vale ressaltar que a logística reversa pressupõe a análise do canal de distribuição, pois é nessa cadeia de fornecimento que o produto escoar até chegar ao consumidor final. Assim sendo, a logística é responsável pelo manuseio, armazenagem e transporte de produto que pode envolver a empresa ou terceiras em determinadas situações em direção ao consumidor final. Na logística reversa são as “etapas, métodos e processos de uma parcela de produtos com pouco uso após a venda, com ciclo de vida útil ampliado ou depois de extinta sua vida útil, que retorna ao ciclo produtivo, readquirindo valor em mercados secundários pelo reuso ou pela reciclagem de seus materiais constituintes (LEITE, 2003).

A empresa ao implementar programas de logística reversa a fim de reduzir a poluição por meio do reuso e da reciclagem redirecionam os resíduos que seriam dispostos em lixo comum ou até mesmo em aterro sanitário para o processo produtivo como matéria prima secundária. Sendo assim é de suma importância o desenvolvimento de tecnologias para reciclar os resíduos na própria indústria ou em outro ponto da cadeia de suprimentos, desde que mostre resultados quantitativos dessa implementação.

Nevens *et.al* (2008) afirmam que é preciso focar na distribuição a fim de buscar otimização na estufagem dos caminhões, reduzindo assim, fracionamentos de pedidos e conseqüente redução de CO₂ e de custo de transporte, outro fator importante é a implementação de container reverso no fornecedor, fábrica e transporte com o objetivo de reduzir as embalagens de papelão, plástico. Vendrametto *et.al* (2010) corroboram com um exemplo de uma grande montadora de automóveis que implementou container reverso no relacionamento com o fornecedor, os resultados apontaram redução de plástico e papelão no processo de fabricação originando vantagens econômicas e ambientais.

US EPA (2000) nos EUA em conexão com a agência de proteção ambiental foi elaborado um manual de práticas e diretrizes de “*Lean and Green* na cadeia de suprimentos”. A principal proposta do manual é mostrar as vantagens econômicas e ambientais, além de propor a necessidade de indicadores de desempenho com o objetivo de rever os processos a fim de reduzir o tempo, os custos e racionalizar o uso de matéria prima por meio da reciclagem ou do reuso.

2.2 Reciclagem e reuso de Resíduos sólidos (vidro)

O propósito de uma empresa é a transformação de matérias-primas e energias retiradas do ambiente para produzir bens e serviços para os consumidores. O metabolismo industrial deve ser direcionado para fazer esse fluxo, mantendo o material circulando no sistema, por meio do reuso e da reciclagem em Ciclo Fechado (Figura 2), de forma a retardar seu retorno ao ambiente, para reduzir a extração de recursos naturais (YUKSEL, 2007). Portanto as práticas de Logística Reversa reduzem a quantidade de reagentes tóxicos descartados no ambiente, fazendo com que água e matérias-primas, circulem o máximo possível dentro do processo antes do descarte, resultando em um melhor aproveitamento de matéria-prima e energia.

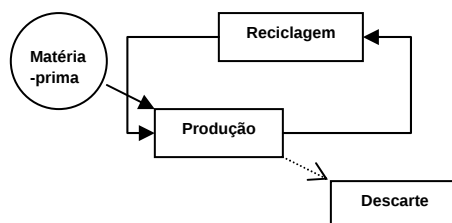


FIGURA 2 – Ciclo Fechado
Fonte: Adaptado de Odum (1998)

Moura (2000) relata que as atividades de reciclagem de vários tipos de materiais (metais, vidros, papel, papelão, plástico, pneu, etc.) visam preservar matérias-primas e economizar energia no processo produtivo - quase todas as formas de produção de energia geram impactos ambientais significativos, constituindo-se em um aspecto importante ligado ao conceito sustentabilidade ambiental. Para Mano *et. al.* (2005), a reciclagem consiste na desintegração dos produtos descartáveis em partículas, incorporadas ao solo. Os benefícios potenciais da reciclagem incluem: a) “Redução no consumo de recursos naturais não renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados; b) Redução do consumo de energia durante o processo de produção c) Redução da poluição” (JOHN, 2000) e d) “Redução de áreas necessárias para aterro uma vez que os resíduos são utilizados novamente como bens de consumo” (PINTO, 1999). Oliveira Neto *et.al* (2009) complementa que por meio da reciclagem é possível adquirir vantagens econômicas e vantagens ambientais.

A geração de uma grande quantidade de materiais de difícil degradação, como resíduos de vidros não foram planejados para reuso ou reciclagem que retardassem seu retorno ao ambiente. A remediação de *fim-de-tubo* não era considerada. A implementação de

unidades de tratamento de poluentes – emissões atmosférica, efluentes líquidos e resíduos sólidos – com o objetivo de reduzir os poluentes antes do descarte no ambiente iniciou-se na década de 70. Essas tecnologias para o tratamento e o controle dos resíduos no final do processo produtivo são conhecidas como tecnologias *end-of-pipe* (OURA; SOUZA, 2007). Trata-se de adicionar a tecnologia ao final dos processos usuais com o objetivo de reduzir as emissões nocivas ao meio ambiente, sem mudanças nos equipamentos existentes (MOORS; MULDER; VERGRAGT, 2005).

Nos Estados Unidos, quando os produtos são devolvidos pelos clientes por qualquer motivo, no prazo de 90 dias, o fabricante deve resolver com o varejista a situação, e em seguida, decidir qual a forma mais rentável para dispor do produto, a saber: reutilizar, renovar, reciclar ou recuperar. (JAYARAMAN; LUO, 2007).

Existem “diversos documentos que recomendam padrões sustentáveis de consumo” (GOTO; SOUZA, 2008). Porém, esse mesmo “padrão sustentável de consumo”, pode variar em função do produto que é descartado. Alguns produtos demandam um tempo maior para se deteriorarem, e outros, além de demandarem um tempo maior para concluir o seu ciclo de vida, acabam por contaminar o solo. O reaproveitamento adequado dos resíduos dos produtos utilizados para a produção de um novo produto da mesma categoria, ou para outra aplicação, contribui para o uso consciente dos recursos finitos, limitam a agressão ao meio ambiente e geram resultados positivos para as empresas. Porém, não é isso o que vem acontecendo. De acordo com Souza (2000, p.57) “os resíduos sólidos geraram grandes problemas ambientais por falta de gerenciamento, fiscalização e de regulamentação”.

De acordo com a PNRS é de responsabilidade da empresa a gestão adequadas dos resíduos sólidos. Por isso, devem-se meios que possibilite o retorno de produtos e embalagens pós-consumo, para que a indústria possa adotar os processos e os procedimentos mais adequados para recuperar esses resíduos com o menor impacto ambiental.

No caso de resíduos sólidos, mais especificamente o vidro, devido as suas propriedades, pode ser reciclado diversas vezes além de ser totalmente “inerte e impermeável, não interagindo com o conteúdo mesmo em ambientes desfavoráveis” (COLTRO, 2007). Essa condição do vidro, vinculada à logística reversa dá à empresa a possibilidade de redução de custos, já que a reutilização do vidro reduz o consumo de energia, reduz o impacto ambiental ao evitar o descarte inadequado dos produtos, e contribui para a melhoria da imagem da empresa por meio da revisão de seus processos e seus produtos.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Para a verificação dos objetivos propostos pelo presente trabalho, foi realizada uma pesquisa exploratória de natureza qualitativa e quantitativa por meio do método de estudo de caso único.

De acordo com Yin (2001), o que justifica a utilização do método de estudo de caso único é o fato de preencher as condições exigidas para testar os objetivos propostos no trabalho. Segundo Eisenhardt (1989) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa focada em compreender a dinâmica presente em cada cenário. Estudos de caso normalmente combinam métodos de coleta de dados, como arquivos, entrevistas, questionários e observações. As evidências podem ser qualitativas ou quantitativas, ou ambas. Yin (2003) afirma que desta maneira é possível criar as condições adequadas para a compreensão, a contestação ou o confirmação da teoria, sendo um elemento chave para estudos exploratórios.

Nesta pesquisa exploratória permitiu-se o desenvolvimento de linhas convergentes por meio de um processo de triangulação de informações provenientes de diferentes fontes de dados (Yin, 2003). Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram documentos do setor de classificação e reciclagem de resíduos, do setor financeiro e produção, sistemas de

informação, entrevistas semi estruturada e observação direta e participante nos setores mencionados.

Segundo Bogdan e Biklen (1992) a observação participante e a entrevista semi estruturada são os instrumentos mais comuns da pesquisa qualitativa e que melhor apresentam suas características. Geralmente quando a pesquisa parte da observação participante constitui “uma poderosa técnica da metodologia qualitativa” (McCracken, 1991, p.7). A entrevista, por sua vez, “provê acesso ao contexto do comportamento da pessoa e, desse modo, fornece [...] um modo de compreender o significado desse comportamento” (SEIDMAN, 1991).

Primeiramente foi agendada uma entrevista junto ao gerente geral da empresa para autorização da aplicação da observação direta e participante no que tange a coleta de dados qualitativa e quantitativa sobre a logística reversa. Nesse contato o gerente geral autorizou e determinou-se três dias de pesquisa nos setores, ele dividiu em duas horas por dia, segundo ele em um momento, no qual os colaboradores pudessem dar a atenção necessária para a efetivação de uma boa coleta de dados, o horário estipulado foi das 14h00min às 18h00min. No primeiro dia, o setor de classificação e reciclagem de resíduos, no segundo o setor de compras e por fim o departamento de recursos humanos.

No primeiro dia de pesquisa a entrevista foi realizada com o responsável pelo setor de classificação e reciclagem de resíduos. Foram analisados os seguintes documentos e indicadores da empresa: destinação e Controle de Resíduos de vidros, reutilização de utensílios para embalagens (madeira, papelão e colar de aço), perdas nas embalagens para reciclagem. Nessa etapa levantou-se a quantidade de resíduos de vidros, a quantidade de embalagens e utensílios para a embalagens que poderiam ser reutilizados e a quantidade de perdas nas embalagens para a reciclagem. Todos os dados foram mensurados por período mensal.

No segundo dia, com base nas informações obtidas, foi entrevistado o supervisor de compras, buscou-se os valores monetários em relação aos dados de quantidade de materiais reutilizados e as perdas. A escolha da pesquisa por meio da observação participante enriqueceu o estudo, porque o setor de compras não tinha análises sobre as vantagens econômicas resultantes da implementação da logística reversa. Assim possibilitou os autores a elaboração de tabelas para a ilustração e mensuração dos dados reais.

No ultimo dia de entrevista, objetivou-se pesquisar junto a supervisora de recursos humanos a quantidade de pessoas e os respectivos salários mais os encargos financeiros. Com base nessas informações, novamente a observação participante entrou em cena, acrescentou-se na tabela esses dados a fim de apresentar a receita líquida do estudo.

Está confuso essa parte da metodologia, conversamos pessoalmente sobre esse item.

Por meio dos dados coletados na entrevista foi possível determinar a quantidade de materiais reciclados e reusados. Evidentemente esses materiais quanto reciclados e reciclados não são dispostos no meio ambiente dando origem ao estudo sobre as vantagens ambientais. As vantagens ambientais foram mensuradas pelo método Wuppertal (2008).

O método, desenvolvido pelo Instituto Wuppertal, pode avaliar as mudanças ambientais associadas à extração de recursos de seus ecossistemas naturais. Desta forma, para suprir com um fluxo de material um sistema, uma quantidade maior de material foi previamente processada em vários compartimentos ambientais. Os compartimentos são classificados em: abiótico, biótico, água e ar.

Segundo Odum (1998) o ecossistema é composto de compartimentos bióticos e abióticos com interação entre si, o compartimento biótico consiste no conjunto de todos os organismos vivos como plantas e decompositores, o compartimento abiótico é o conjunto de fatores não vivos de um ecossistema, mas que influenciam no meio biótico, consiste na temperatura, pressão, pluviosidade de relevo, entre outros. A quantidade total de material de cada compartimento que foi processado para suprir um dado material denomina-se

Intensidade de Material. Para determinar a Intensidade de Material, o fluxo de entrada de massa (expresso nas unidades correspondentes) é multiplicado pelo fator MIF (*mass intensity factors*) que corresponde à quantidade de matéria necessária para produzir uma unidade de fluxo de entrada. Os valores de MIF usados no presente trabalho estão na Tabela 1.

É importante salientar que os estudos de intensidade de material desenvolvido no instituto Wuppertal têm base na matriz energética da Alemanha, Europa ou Mundo. Mas que esse fato não impossibilita a implementação dessa ferramenta metodológica no Brasil, segundo o instituto os dados quantitativos são muito próximos.

Tabela 1 - Fatores de Intensidade de Material usados no presente trabalho (^a dados da Europa, Alemanha)

Fatores de Intensidade de Material				
	Material abiótico	Material biótico	Água	Ar
Madeira (g/g) ^a	0,86	5,51	10,0	0,129
Papelão (g/g) ^b	1,86	0,75	93,6	0,325
Aço (g/g) ^c	9,32		81,9	0,772
Vidro (g/g) ^d	2,95		11,6	0,743

^a Madeira de pinho, dados da Alemanha

^b Papelão, dados da Europa

^c Aço, dados do mundo

^d Cacos de vidro, dados da Alemanha.

Para finalizar a pesquisa relacionou as vantagens econômicas com as vantagens ambientais, com o objetivo de mostrar que é possível ter vantagens econômicas e ambientais na implementação da logística reversa na cadeia de suprimentos.

4. ESTUDO DE CASO

Entrando mais especificamente no cerne desse trabalho, segue a apresentação do estudo de caso realizado.

4.1. Caracterização da empresa

A coleta de dados foi em uma empresa multinacional fornecedora de vidros para o mercado nacional e internacional. O segmento da empresa contratante é de vidro impresso, o produto se trata de chapa de vidro, que em média, mede 1,70 x 2,20 x 3,8mm e chega pesar em torno dos 20 kg.

A logística reversa nesse estudo apresenta-se como meio de conquista de vantagens econômicas e ambientais, a empresa em estudo tem um departamento que classifica, reusa e encaminha para a reciclagem os resíduos recebidos, além disso, os resíduos são destinados corretamente no próprio sistema produtivo em caso de avaria.

O processo de embalagem é considerado pela empresa um setor que gerava grande desperdício no passado, os materiais de embalagem são caros, incluem caixas de madeira, papelão e colares de aço a fim de proteger o produto das avarias na armazenagem, na carga e descarga do transporte. Mas atualmente a empresa implementou a logística reversa com a finalidade de reusar o máximo possível desses materiais de embalagem, inclusive estabelecer o fluxo reverso dos vidros avariados no processo de carga e descarga no transporte e momento de fixação nos prédios. Muitas vezes há materiais de embalagens que não há possibilidade de reuso, devido a negligência no manuseio, e são encaminhados para a reciclagem externa.

4.2 Resultados da Pesquisa

A empresa pesquisada tem um departamento que classifica e recicla os resíduos de vidros que foram avariados nos processos de logística interna, ilustrado na Figura 3. Os aspectos que merecem destaque são os departamentos de classificação e reciclagem de

resíduos de vidro, a máquina britadora que consiste em uma tecnologia no final do processo para reciclagem e a logística reversa realizada pelo Operador Logístico (OPL).

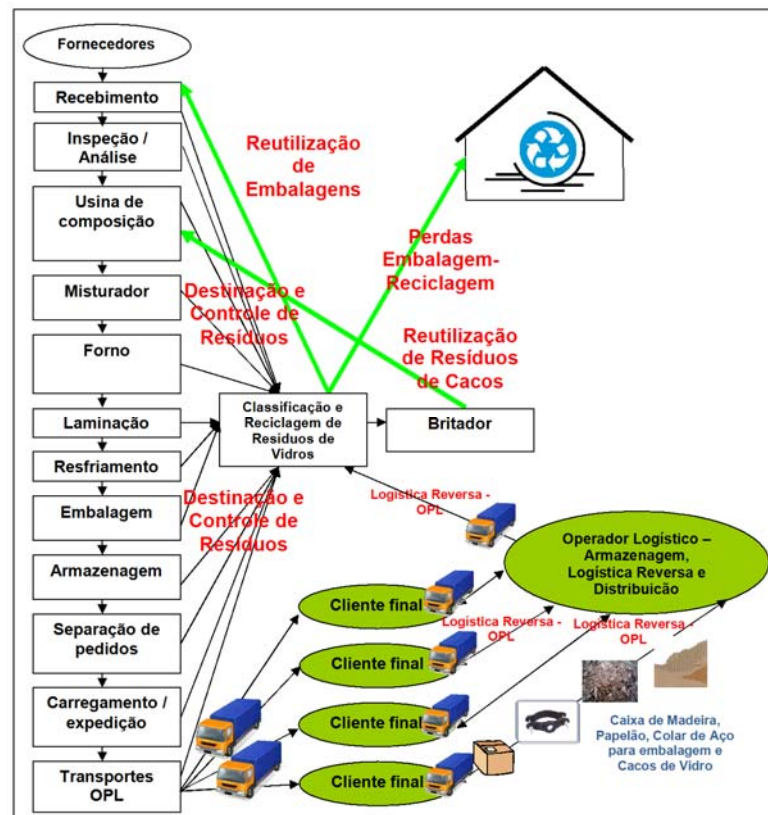


Figura 3 - Logística interna: Reuso, Reciclagem e Logística Reversa
Fonte: Elaborada pelos autores

As etapas de coleta do material para reuso e reciclagem são as seguintes:

- Recebimento** - nesse setor recebem-se todos os materiais entregues pelos fornecedores inclusive os resíduos de vidros após de britados;
- Classificação e Reciclagem de Resíduos de Vidros** - se houver avarias nos departamentos internos encaminha-se para esse setor a fim de classificar. Externamente o OPL, retira os resíduos sólidos dos clientes ou até mesmo por motivo de avaria no transporte e armazenagem e encaminha para a classificação (reutilização ou reciclagem). A classificação visa estabelecer amostragem, analisa se há impurezas no meio dos cacos, em caso de ultrapassar 30% de impurezas o lote estará reprovado momentaneamente até que seja efetuada a descontaminação dos cacos, dessa forma, é assegurado que todo o caco direcionado a fundição, é de total qualidade. Outra operação estabelecida nesse setor é a unitização de embalagens (cordão de aço e caixa de madeira revestida com papelão). Encaminham-se para o setor de recebimento as embalagens em condições de reuso ou para a empresa de reciclagem, as embalagens danificadas no transporte, mal armazenadas e desembaladas.
- Inspeção e análise dos componentes recebidos** antes de processar a fim de avaliar as características físicas do material;
- Usina de composição** - possui tecnologia avançada, o operador acompanha em tempo real, o funcionamento do nível de matéria-prima no forno, o funcionamento dos sensores de precisão, o funcionamento das correias transportadoras e os níveis de matérias-primas nos silos. Nesse setor há extrema necessidade de manutenção preventiva, mas se acaso ocorrer

anormalidade que venham a influenciar no funcionamento do abastecimento de matéria-prima no forno, o operador identifica e, solicita reparos;

e) Misturador – processo de unificação das matérias-primas, dessa forma, elimina-se a possibilidade de abastecimento desproporcional, por exemplo, mais cacos do que areia e vise versa;

f) Forno – é um compartimento com capacidade para até 280 toneladas de matérias-primas, no qual, a temperatura pode chegar em 1400°C. Nesse processo há a necessidade contínua de abastecimento. Os sensores que controlam o nível de matéria-prima do forno são acionados automaticamente após a baixa do nível. Aqui o vidro é produzido entre os dois cilindros;

g) Laminação – o processo de laminação ocorre na saída do vidro da máquina, ou seja, o vidro sai pastoso entre os dois cilindros os operadores de máquinas por sua vez, regulam por meio de um painel a temperatura e espessura do vidro (de acordo com o padrão);

h) Resfriamento - após o processo de laminação vem o resfriamento, este não exige tantos cuidados, porque os ventiladores se ajustam automaticamente (de acordo com o padrão de vidro que está sendo produzido).

i) Embalagem - o sistema de embalagem depende das programações, pode ser em colares de aço ou em caixa de madeiras end-caps no qual visa estabelecer uma Embalagem de proteção. Conforme Bowersox (2006) tem como objetivo movimentar produtos com proteção sem danificá-los, garantindo a perfeita e econômica movimentação sem desperdício e de maneira eficiente na operação;

j) Armazenagem de produtos acabados - no armazéns é necessário o manuseio dos materiais, esse processo envolve duas atividades principais: 1) Recebimento do produto do setor de embalagem, 2) Manuseio para estocagem, no qual, inclui a movimentação de produtos no armazém, que seguem para separação e estocagem;

k) Separação de pedidos - após a emissão do pedido para o cliente o estoquista seleciona os produtos necessários e leva-os para a expedição;

l) Carregamento e expedição - que consiste na verificação dos pedidos e no carregamento dos veículos de transporte; e

m) Transporte e Operador Logístico – nesse processo os caminhões do Operador Logístico, empresa contratada para processar Logística Reversa, Armazenagem e Distribuição. No transporte objetiva-se entregar produtos para os clientes finais, na Logística Reversa visa retirar as embalagens (colar de aço e caixa de madeira revestida de papelão) e retirar os cacos de vidros avariados no processo de transporte e também os cacos avariados nos clientes, a armazenagem é para unitização de cacos retirados nos clientes. Desta forma o caminhão sempre trafega cheio, quando vai retirar os produtos para a entrega, leva as embalagens e os cacos de vidros.

n) Britador - é um funil de aço com capacidade de receber até 2 (duas) toneladas de cacos, este possui mandíbulas de trituração. O caco triturado é guiado por meio de uma correia transportadora, no qual, direciona todo o caco britado para o silo, que possui uma capacidade de até 80 toneladas. Este processo se integra ao misturador dando origem a reciclagem integrado ao processo produtivo.

Furtado (2005) menciona que a reciclagem consiste no reaproveitamento do material do qual o resíduo é composto, para a mesma finalidade ou para finalidade distintas de uso e menciona a necessidade de considerar a reciclagem integrada ao sistema produtivo, evitando a reatividade.

4.2. Especificações técnicas na reciclagem e reuso de vidros no processo produtivo

Na composição do vidro, o volume de cacos não pode ser superior á 35% de toda sua matéria-prima, se o consumo total de extração for igual a 4.630 toneladas / mês, o volume de caco não ultrapassar 1.650 toneladas / mês. Caso a empresa fabricante de vidros impressos

queira baratear os seus produtos reduzindo a matéria-prima pura e aumentando o seu volume de cacos, este produto pode lhe gerar muitas conseqüências. Ou seja, quebra no armazém, no transporte, no retrabalho entre outros. Em geral, as empresas que buscam firmar-se cada vez mais no mercado, traçam estratégias inversas, reduz sua porcentagem de cacos e aumenta sua matéria-prima virgem, dessa forma, reduz a quebra no armazém, no transporte, retrabalho e, assegura a satisfação de seus clientes.

4.3. Reutilização de embalagens por meio da Logística Reversa

A Logística Reversa operacionalizada pelo agente terceirizado tem por objetivo unitizar as embalagens de madeira revestida de papelão e os colares de aço que protegem o produto. Essas embalagens geram um volume muito grande de resíduos que podem ser reutilizados, visando agregar valor no que tange a sustentabilidade, além de trazer vantagens econômicas para os empresários, principalmente porque a empresa fabricante deixa de comprar recursos materiais novos para a reutilização. As vantagens econômicas de acordo com o SENAI (2003) são a implementação real de práticas ambientais na cadeia de suprimentos resultam em vantagens ambientais e econômicas.

4.4 Vantagens econômicas no reuso de resíduos de vidros e logística reversa

As vantagens econômicas resultantes do processo de reuso de cacos de vidros e as vantagens econômicas do processo de Logística Reversa no que tange as embalagens (colar de aço e caixa de madeira revestido com papelão) foram contabilizadas.

Na Tabela 2 é possível verificar que por mês a empresa reusa 1650 Toneladas de cacos de vidro, que representa R\$ 412.500,00. Porém há as despesas (Energia Elétrica consumida no britador 925000 kWh, que representa R\$ 111.000,00 e Custo com o pessoal de R\$ 8.400,00). A receita líquida considerando o processo de reuso é de R\$ 412.500,00 que representa 29% da receita líquida da empresa, em outras palavras, a empresa deixa de comprar 1650 toneladas e economiza R\$ 412.500,00 por mês.

Tabela 2 – Vantagens econômicas do processo de reuso de cacos de vidro (fonte: empresa)

Ganhos com o reuso de cacos				
Resíduos	Un.	Consumo / Mês	C. Unitário	C. Total
Cacos de Vidros Reusados	Tonelada	1650	R\$ 250,00	R\$ 412.500,00
Valor Total da Receita Mês				R\$ 412.500,00
Custos com energia Elétrica				
Máquina	Un.	Consumo / Mês	C. Unitário	C. Total
Britador / Motor de 5 CV	KW	925000	R\$ 0,12	R\$ 111.000,00
Custos com Salários				
Pessoal	Qtde.:	Salário Médio	C. Unitário+ Encargos	C. Total
Líder	1	2200	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00
Op. De Pá Carregadeira	2	1600	R\$ 1.600,00	R\$ 3.200,00
Ajudantes	3	1000	R\$ 1.000,00	R\$ 3.000,00
Valor Total das Despesas Mês				R\$ 8.400,00
Receita líquida Considerando o processo de reuso				R\$ 412.500,00
Receita líquida total da empresa				R\$ 1.436.170,00
Representação em % do reuso na receita da empresa				29%

Na Tabela 3, a vantagem econômica da Logística Reversa no que tange as embalagens representa 17% da receita líquida, o que corresponde a R\$ 255.088,00. Um aspecto que merece atenção é o fato que nem sempre as embalagens vêm em condições de reutilização, muitas vezes ocorre negligência do transporte e armazém que danificam a embalagem e que são encaminhadas para uma empresa especializada em reciclagem. Não é contabilizado vantagens econômicas nessa perda, o fabricante envia a embalagem para a reciclagem gratuitamente.

Tabela 3 – Vantagens econômicas do processo de reuso de embalagens (fonte: empresa)

Ganhos em Embalagem em condições de reutilização				
Resíduos	Un.	Consumo / Mês	C. Unitário	C. Total
Caixa de Madeira	Peça	2000	R\$ 72,00	R\$ 144.000,00
Papelão	Peça	1572	R\$ 18,00	R\$ 28.296,00
Colar de aço	Peça	4918	R\$ 22,00	R\$ 108.196,00
Valor Total da Receita				R\$ 280.492,00
Perdas de embalagens, destinação para reciclagem				
Resíduos	Un.	Perda / Mês	C. Unitário	C. Total
Caixa de Madeira	Peça	112	R\$ 72,00	R\$ 8.064,00
Papelão	Peça	540	R\$ 18,00	R\$ 9.720,00
Colar de aço	Peça	10	R\$ 22,00	R\$ 220,00
Despesas com perdas de embalagem				R\$ 18.004,00
Custos com Salários				
Pessoal	Qtde.:	Salário Médio	C. Unitário+ Encargos	C. Total
Líder	1	2200	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00
Op.Empilhadeira	2	1600	R\$ 1.600,00	R\$ 3.200,00
Ajudantes	2	1000	R\$ 1.000,00	R\$ 2.000,00
Despesas com pessoal				R\$ 7.400,00
Valor Total das Despesas Mês				R\$ 25.404,00
Receita líquida Considerando a reutilização de embalagens				R\$ 255.088,00
Receita líquida total da empresa				R\$ 1.436.170,00
Representação em % do reuso na receita da empresa				17%

Portanto, na totalidade do processo de Logística Reversa no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos soma-se R\$ 548.188,00 da receita líquida da empresa pesquisada. Esse valor representa 37% da receita total da empresa, sendo assim é possível ter melhores resultados nos negócios quando se reusa matéria-prima e pratica a Logística Reversa no cerne do gerenciamento da cadeia de suprimentos.

4.5 Vantagens ambientais no reuso, reciclagem e logística reversa - Análise dos dados pelo método Wuppertal

Na soma total de materiais, consideram-se todos os produtos que não são dispensados no meio ambiente de maneira negligente, inclui o reuso e a reciclagem, por meio dessa ação reduziu-se o impacto ambiental. A empresa informou o total de Massa em Material (MM) por mês que foi destinado corretamente: 148 toneladas de madeira, 39 toneladas de papelão, 444 toneladas de aço e 1650 toneladas de caco de vidro. Para determinar a Intensidade de Material, o fluxo de entrada de massa (expresso nas unidades correspondentes) é multiplicado pelo fator MIF (mass intensity factors) que corresponde à quantidade de matéria necessária para produzir uma unidade de fluxo de entrada. Os valores de MIF usados no presente trabalho estão na Tabela 1.

Por exemplo: $MM * MIF$

Na Tabela 4 apresenta-se o fator de intensidade por material, visando destinação correta. A representatividade do reuso e reciclagem soma 9205,40 toneladas de materiais no compartimento abiótico, isto é, contribui com a sustentabilidade no que tange o aquecimento global, o desgaste da camada de ozônio, a pressão atmosférica, etc. Esses têm representação direta no compartimento biótico, que unitariamente soma 844,73 toneladas que deixou de poluir a vegetação, o solo e os decompositores. Além disso, deixa de poluir a água com 60634 toneladas e o ar com 1600,485 toneladas.

Tabela 4 – Vantagens ambientais do processo de reuso de embalagens em toneladas (fonte: autores)

	Fatores de Intensidade de Material			
	Material abiótico	Material biótico	Água	Ar
Madeira (g/g) ^a	127,28	815,48	1480	19,092
Papelão (g/g) ^b	72,54	29,25	3650,4	12,675
Aço (g/g) ^c	4138,08		36363,6	342,768
Vidro (g/g) ^d	4867,5		19140	1225,95
Total por compartimento	9205,40	844,73	60634	1600,485

Fonte: Elaborada pelos autores

4.5 Comparando vantagem econômica com vantagem ambiental

Um reaproveitamento de 2281 toneladas (soma dos materiais) corresponde a 9205,40 material no nível abiótico, a 844,73 no nível biótico, a 60634 toneladas na água e 1600,485 toneladas no ar. Os benefícios financeiros pelo reaproveitamento de 2281 toneladas a R\$548.188,00, que representa 37% da receita líquida empresa. No Gráfico 1, se for definida a razão (Material Economizado com Reuso e Reciclagem (MERR) / Dinheiro Economizado (DE)), ele muda de 4,16 Kg considerando só os materiais reaproveitados para 131,86 Kg quando é considerado os Materiais de Todos os Compartimentos (MTC). No primeiro caso, cada real economizado corresponde a 4,16 kg de material. Quando se considera a escala global, por cada real, há um benefício de 131,86 kg de material que não é modificado nem retirado dos ecossistemas.

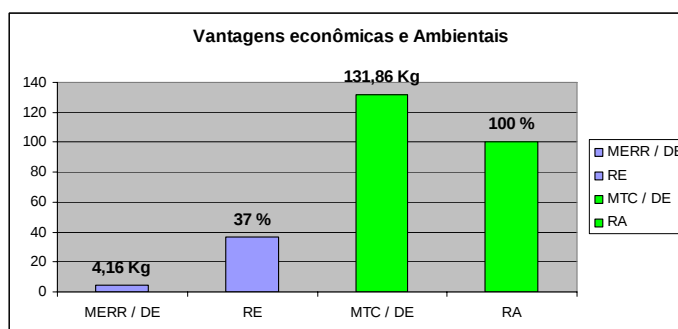


Gráfico 1 – Comparando as vantagens econômicas e ambientais
Fonte: Elaborado pelos autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo dessa pesquisa foi mostrar as vantagens econômicas e ambientais na implementação da logística reversa em uma empresa de fabricação de vidros. Os resultados mostram que a usabilidade da Logística Reversa no cerne do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos no que tange embalagens (madeira revestida de papelão e colar de aço) e cacos de vidro. O resíduo de vidro reusa-se 100%, já as embalagens ocorrem mensalmente algumas perdas em torno de 15%, essas perdas são enviadas para uma empresa de reciclagem não gerando receita.

Os resultados do reaproveitamento de 2281 toneladas (soma dos materiais) correspondem a 9205,40 material no nível abiótico, a 844,73 no nível biótico, a 60634 toneladas na água e 1600,485 toneladas no ar. Os benefícios financeiros pelo reaproveitamento de 2281 toneladas a R\$548.188,00, que representa 37% da receita líquida empresa, confirmando assim as proposições de John (2000), no que se refere aos ganhos e economia proporcionados pela processo de logística reversa. Se for definida a razão (Material Economizado com Reuso e Reciclagem (MERR) / Dinheiro Economizado (DE)), ele muda de 4,16 Kg considerando só os materiais reaproveitados para 131,86 Kg quando é considerado os Materiais de Todos os Compartimentos (MTC), isso é o vidro é reciclado 100%. No primeiro caso, cada real economizado corresponde a 4,16 kg de material. Quando se considera a escala global, por cada real, há um benefício de 131,86 kg de material que não é modificado nem retirado dos ecossistemas.

Por fim, sugere-se que a mesma metodologia seja aplicada em mais empresas do setor de vidros para que se possa ter uma visão mais “generalizável” dos benéficos da logística reversa no setor de vidros, pois a limitação dessa pesquisa reside no estudo de caso único.

REFERÊNCIAS

- AASTRUP, J; HALLDÓRSSON, A. **Epistemological role of case studies in logistics: a critical realist perspective**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. v. 38, n. 10, set. 2008.
- BOGDAN, Robert, BIKLEN, Sari. **Qualitative Research for Education: an Introduction to Theory and Methods**. Boston: Allyn and Bacon, 1992.
- BRASIL. PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Subemenda Substitutiva Global de Plenário ao Projeto de Lei nº 203, de 1991, e seus apensos**. Disponível em: <<http://www.revistasustentabilidade.com.br/reciclagem/reciclagem/documentosinteressante/re-latorio-final-da-politica-de-residuos>>. Acesso em: 09 out. 2010.
- COLTRO, L. **Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão**. Campinas: CETEA/ITAL. Disponível em: <http://www.cetea.ital.org.br/figs/ACV_como_Instrumento_de_Gestao-CETEA.pdf>. Acesso em: 25 set. 2010.
- EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 522-550, 1989.
- FURTADO, J.S. **Sustentabilidade Empresarial – Guia de Práticas Econômicas, Ambientais e Sociais**. Salvador: Centro de Recursos Ambientais (CRA), 2005.
- GUILTINAN J.; NWOKOYE N. Reverse channels for recycling: an analysis for alternatives and public policy implications. In: CURHAN, R. G. **New marketing for social and economic progress, Combined Proceedings**. American Marketing Association, 1974.
- GOTO, A.; SOUZA, M. A contribuição da logística reversa na gestão de resíduos sólidos: uma análise dos canais reversos de pneumáticos. **Anais XXII EnANPAD**, 2008.
- JAYARAMAN, V; LUO, Y. Creating competitive advantages through news value creation: A Reverse Logistics Perspective. **Academy of Management Perspectives**, v. 21, n. 2, 2007.
- JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Tese (livre docência). 2000.
- LEITE, P.R.; **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- LEITE, P. R. . Logística reversa: categorias e práticas empresariais em programas implementados no Brasil um ensaio de categorização. In: **ENANPAD 2005 - BRASILIA**. ENANPAD 2005.
- McCRACKEN, Grant. **The Long Interview**. 5th print. Newbury Park: Sage, 1991.
- MANO, E. B; PACHECO, E.B.A.V.; BONELLI, C.M. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- MOORS; Ellen H.M; MULDER, Karel F.; VERGRAGT, Philip J. Towards cleaner production: barriers and strategies in the base metals producing industry. **Journal of Cleaner Production** v. 13, p. 657-668, 2005.
- MOURA, Luiz Antônio Abdala de. **Economia Ambiental: gestão de custos e investimentos**. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2000.
- NEVENS, F., DESSEIN, J., MEUL, M., ROGGE, E., VERBRUGGEN, I., MULIER, A., PASSEL, S.V., LEPOUTRE, J., HONGENAERT, M. **‘On tomorrow’s grounds’, Flemish agriculture in 2030: a case of participatory translation of sustainability principles into a vision for the future**. Journal of Clean Production. N.16, pp.1062-1070, 2008.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- OLIVEIRA NETO et.al. **A Implementação da Produção Mais Limpa na Indústria de Borracha – um Estudo de Caso**. International Workshop - Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change. São Paulo, Brazil, 2009.

- OURA, M.M; SOUZA, MARIA. T. S. de; **A evolução das tecnologias end-of-pipe às Tecnologias Limpas em indústria de equipamentos de torrefação de café.** ENEGEP - Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2007.
- PIMENTA, H. C. D; JUNIOR, SERGIO, M. J.. **Modelo de gerenciamento de resíduos sólidos:** um estudo de caso na indústria de panificação. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.
- PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Tese (Doutorado). 1999.
- PRESLEY, A; MEADE, L; SARKIS, J. A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: a reverse logistics illustration. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18/19, 2007.
- RAVI, V; SHANKAR, R; TIWARI, M.K. Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach. **Computers & Industrial Engineering**. v. 48, n. 2, 2005.
- ROSS, J.R., **Returns gatekeeping seen as key to efficient reverse logistics.** Stores, 1998, 80, 49–55.
- SEIDMAN, I. E. **Interviewing as Qualitative Research.** A Guide for Researchers in Education and the Social Sciences. New York: Teachers College/Columbia University Press, 1991.
- SOUZA, M. T. S. **Organização Sustentável:** indicadores setoriais dominantes para a avaliação da sustentabilidade – análise de um segmento do setor de alimentação, 2000. 139 f. Tese (Doutorado) – Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2000.
- US EPA, **The Lean and Green Supply Chain: A practical Guide for Materials Managers and Supply Chain Managers to Reduce Costs and Improve Environmental Performance**, US EPA, 2000.
- VENDRAMETTO, O; PALMERI, N; OLIVEIRA NETO, G.C; PERRETI, D.O; **Cleaner Production: A Growing Movement In Brazilian Companies.** Revista Produção on line, Santa Catarina, vol. X, pag. 49-70, 2010.
- WUPPERTAL, Institute. **Calculating MIPs, resources productivity of products and services.** Disponível: <http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wiberitrag/MIT_v2.pdf> Acesso em : abr. 2008.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed. São Paulo: Bookman, 2003.
- YUKSEL, H., Na empirical evaluation of clean production practices in turkey. **Journal of Clean Production**, 16S1, p. 50-57, 2007.